

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA

EAP. DE MEDICINA VETERINARIA

**Determinación y evaluación del pH en canales de
bovinos de las razas Holstein (*Bos Taurus*) y Nelore
(*Bos Indicus*) en Lima – Perú**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Médico Veterinario

AUTOR

Gino Oscar MARIÑO ARQUIÑIGO

ASESOR

Miguel Angel VILCA LÓPEZ

Lima - Perú

2003

A mis padres:

Geronimo y Enriqueta

A mis Hermanos:

Eduardo, Isabel e Indira

Un Agradecimiento especial a

La Dra: María Luisa Flores

Con mucho cariño para Leticia M.

A los Dres:

Miguel Angel Vilca

Daphne Ramos

Nestor Falcon

Fernando Ara

Milder Ayón

A mis amigos

Luigi, Eric, Roberto, Percy, Julio, Marcos,

Cheny, Viviana, Natalia, Ana, Flor, Sandra, Ramón, Blanca, Janet, Ivan,

Gonzalo, Milagros, Roxana, Pryscila, Quique,

Christian, Teresa, Martin, Willinton, Luisa

A:

Dr. Branko Alva Pinto

CONTENIDO

LISTA DE CUADROS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE APÉNDICE	vii
RESUMEN	ix
SUMMARY	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Generalidades	3
2.2. Características del ganado bovino de la raza Holstein	4
2.2.1. Origen	4
2.2.2. Posición en la escala zoológica	5
2.2.3. Características externas	5
2.2.4. Características productivas	5
2.3. Características del ganado bovino de la raza Nelore	6
2.3.1. Origen	6
2.3.2. Características externas	6
2.3.3. Características productivas	7
2.4. La carne	7
2.4.1. Bioquímica de la contracción muscular	9
2.4.2. Conversión del músculo en carne	10
2.4.2.1. Homeostasis	12
2.4.2.2. Sangría	13
2.4.2.3. Fallo circulatorio muscular	14
2.5. pH y su relación con la carne	15
2.5.1. Una medida de acidez	15
2.5.2. Determinación del pH como medida auxiliar de diagnóstico en la inspección de carnes	16
2.5.2.1. Importancia de los medios auxiliares de diagnóstico	16

2.5.2.2. Determinación del pH	17
2.5.2.3. Elección del Músculo <i>Longissimus dorsi</i>	21
2.6. Influencias microbiológicas.....	22
2.7. Factores genético – raciales.....	22
2.8. Faenado de ganado vacuno.....	23
2.8.1. Procedimientos de faenado.....	23
2.8.2. Inspección de la carne de vacuno garantía de la calidad de la carne	24
 III. MATERIALES Y MÉTODOS	 27
3.1. Materiales	27
3.1.1. Lugar de Estudio	27
3.1.2. Animales	27
3.1.3. Procedimientos generales de sacrificio.....	28
3.2. Procesamiento y análisis de muestras	28
3.2.1. Metodología	28
3.2.2. Análisis de Datos	29
 IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	 32
V. CONCLUSIONES	39
VII BIBLIOGRAFIA	40
VII. APÉNDICE	49

CUADROS

CUADRO 1. Variación del pH cárnico de la raza holstein (<i>Bos taurus</i>) durante las primeras 24 h <i>Post mortem</i> . (n=50) en promedios por horas	33
CUADRO 2. Variación del pH cárnico de la raza Nelore (<i>Bos indicus</i>) durante las primeras 24 h <i>Post mortem</i> . (n=50) en promedios por horas	34
CUADRO 3. Valores estimados mediante regresión del pH cárnico de las razas Holstein y Nelore durante las primeras 24 horas <i>Post mortem</i>	35

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Curva de variación <i>Post mortal</i> del pH en el músculo <i>Longissimus dorsi</i> , en las razas Holstein (<i>Bos taurus</i>) y Nelore (<i>Bos indicus</i>)	36
--	----

APÉNDICE

APENDICE 1. LOS REGISTRO VALORES DE pH CORREGIDOS EN EL MÚSCULO <i>Longissimus dorsi</i> , Durante Las Primeras 24 Horas <i>Post mortem</i> , DE LA RAZA HOLSTEIN (<i>Bos taurus</i>).....	49
APENDICE 2. LOS REGISTRO VALORES DE pH CORREGIDOS EN EL MÚSCULO <i>Longissimus dorsi</i> , Durante Las Primeras 24 Horas <i>Post mortem</i> , DE LA RAZA NELORE (<i>Bos indicus</i>).....	50
APÉNDICE 3. Análisis de regresión para establecer el modelo que mejor se ajusta a las observaciones del pH de la carne de cada una de las razas Holstein (<i>Bos taurus</i>) y Nelore (<i>Bos indicus</i>).....	51
APÉNDICE 4. Intervalos de confianza de la raza Holstein (<i>Bos taurus</i>).....	52
APÉNDICE 5. Intervalos de confianza de la raza Nelore (<i>Bos indicus</i>).....	53
APÉNDICE 6. Análisis de varianza (ANOVA) del ph para ver el efecto de la raza, horario de medición y sus interacciones, en la evaluación de su descenso <i>post mortem</i> en el músculo <i>longissimus dorsi</i> del holstein y nelore.	54

APÉNDICE 7. Materiales utilizados en la medición del pH y calibración del potenciómetro.	58
APÉNDICE 8. Inicio del faenado de la raza Nelore (<i>Bos indicus</i>).....	58
APÉNDICE 9. Medición del pH en las canales de bovinos	59
APÉNDICE 10. Flujo de proceso en la planta de beneficio de ganado vacuno	60

RESUMEN

En el estudio se utilizaron 100 bovinos machos, 50 de la raza Holstein (*Bos taurus*) y 50 de la raza Nelore (*Bos indicus*), con edades que fluctuaban entre 12 a 24 meses. El objetivo fue determinar la curvas de variación *Post mortem* del pH para ambas razas durante las primeras 24 horas, las medidas del pH fueron tomados en el músculo *Longissimus dorsi*, y los datos fueron sometidos a análisis de regresión. El valor del pH se expresó a través de ecuaciones de regresión, por medio del coeficiente de correlación (R^2) que fue de tipo cúbica, obteniéndose para la raza holstein ($R^2 = 0.814$) y Nelore ($R^2 = 0.767$). Las medidas del pH se realizaron después de la sangría, en los horarios de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 24 horas *Post mortem*. Encontrando los valores estimados de pH para las 24 primeras horas *Post mortem* para la raza Holstein (*Bos taurus*) de 6.81, 6.55, 6.33, 6.14, 5.97, 5.84, 5.73, 5.64, 5.58, 5.53, 5.50, 5.48, 5.48, 5.48, 5.49, 5.51, 5.53, 5.55, 5.57, 5.59, 5.60, 5.60, 5.59, 5.57, y para la raza Nelore (*Bos indicus*) de 6.71, 6.46, 6.24, 6.05, 5.89, 5.75, 5.65, 5.56, 5.50, 5.45, 5.42, 5.40, 5.39, 5.39, 5.40, 5.41, 5.43, 5.44, 5.45, 5.46, 5.46, 5.45, 5.43, 5.40, respectivamente. Los valores de pH en la carne muestran una rápida caída durante las 12 primeras horas y los valores de pH de la raza Holstein (*Bos taurus*), con respecto a la raza Nelore (*Bos indicus*) son ligeramente mayores ($p < 0.05$), aunque siguen similar tendencia a lo largo de las 24 primeras horas *Post mortem*.

Palabras claves: pH, *Longissimus dorsi*, Holstein, Nelore, carne

SUMMARY

In this study was used 100 cattle male cows, being 50 of Holstein breed (*Bos taurus*) and 50 Nelore breed (*Bos indicus*), with ages was between 12 a 24 months. The objective of this study was to determine the pH *Post mortem* variation curves for both breeds during the first 24 hours, the pH measurements was took in the *Longissimus dorsi* muscle, and the data was to submitted regression analysis. The pH value was expressed through the regression equations, related to the correlation coefficient (R^2) that was a cubic one, the result were ($R^2 = 0.814$) for Holstein and ($R^2 = 0.767$) for Nelore. The pH measurements were performed after the slaughter, in the periods of 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 24 hours *Post mortem*. Find the values to admitted of pH for first 24 Post mortem hours the results were for Holstein breed (*Bos taurus*) of 6.81, 6.55, 6.33, 6.14, 5.97, 5.84, 5.73, 5.64, 5.58, 5.53, 5.50, 5.48, 5.48, 5.48, 5.49, 5.51, 5.53, 5.55, 5.57, 5.59, 5.60, 5.60, 5.59, 5.57, and for Nelore breed (*Bos indicus*) of 6.71, 6.46, 6.24, 6.05, 5.89, 5.75, 5.65, 5.56, 5.50, 5.45, 5.42, 5.40, 5.39, 5.39, 5.40, 5.41, 5.43, 5.44, 5.45, 5.46, 5.46, 5.45, 5.43, 5.40, respectively. The meat pH values show a fast fall during the first 12 hours and the Holstein (*Bos taurus*) pH values in contrast to Nelore (*Bos indicus*) are slightly higher ($p < 0.05$), even thoughn they follow a similar tendency during the first 24 hours *Post mortem*.

Words key: pH, *Longissimus dorsi*, Holstein, Nelore, meat.

I. INTRODUCCIÓN

En nuestro país una de las principales fuentes de proteína para la alimentación humana es la carne de Bovino, con la proliferación en estos últimos años de grandes autoservicios y supermercados, ha dado origen a una mayor competitividad y por tanto exigencia en cuanto a la calidad y sanidad de la carne que se ofrece al consumidor.

Entonces ¿Para qué necesitamos la investigación cárnica?, ¿Se ha expresado alguna vez el consumidor en el sentido de que la carne que adquiere y consume haya defraudado sus esperanzas? (Grau. 1971). La investigación cárnica es necesaria teniendo en cuenta ya no en el contexto local sino en el contexto de comercio internacional, debido a la gran competencia en países como Argentina, Colombia, Uruguay y en años recientes Brasil y países centroamericanos (Rubial, 1996). Esto implica obtener un producto cárnico de excelente calidad.

El pH de la carne bovina, esta representado por una curva de variación post mortal la cual se realiza de todas maneras, como consecuencia de una serie de eventos bioquímicos que suceden en el músculo. Por lo tanto, se hace necesario medirlo como complemento de las pruebas que se realizan para determinar la calidad y sanidad de la carne.

Algunas características de la carne roja que están estrechamente relacionadas con la calidad son la ternura, el color, la capacidad de retención de agua, el desarrollo microbiano entre otras, que son fuertemente influenciadas por el pH de la carne. Esos atributos presentan variaciones los cuales están asociados a varios factores como es el manejo pre y post sacrificio.

Actualmente, en los camales de Lima se benefician muchas razas y cruces de estas siendo las razas Holstein y Nelore, entre otras las que presentan un potencial para realizar los cortes de carne. Ya que se faenan ambas razas en los camales de Lima.

El objetivo del presente estudio fue determinar las curvas de variación *Post mortal* del pH de la carne del ganado bovino, de las razas Holstein y Nelore, durante las primeras 24 horas *Post mortem*. Cuya importancia radica en que es un indicador del estado actual de la carne, es decir nos brinda información de los eventos bioquímicos, predecir la duración y calidad de la carne.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. GENERALIDADES

La industria nacional de la carne en la actualidad se está preocupando no solo de obtener carne, sino también de garantizar que esta tenga todas las condiciones óptimas que permita que el público consumidor se lleve a casa un producto de calidad. Relacionado con sus características organolépticas.

De modo general, los factores que contribuyen a la calidad de la carne pueden ser divididos en tres grupos; los determinados antes del nacimiento del animal (genéticos); los modificados durante la vida del mismo (ambiente) y los afectados por los trámites siguientes a su producción (tecnología cárnica). La tecnología cárnica se ubica entonces en un primer plano, hacia la conservación de la calidad del producto obtenido en los centros de producción animal (Quiroga *et al.* 2001).

Durante la obtención de la carne de bovino, es necesaria la utilización de métodos complementarios, como la determinación del pH, siendo parte de un control del proceso de la carne con base en medición de lectura inmediata, que permita decidir instantáneamente si los procesos se encuentran bajo control o no.

Este estudio da a la industria cárnica y a las investigaciones que hacen referencia carne de bovino para ser usados para futuras investigaciones que afectan a la calidad de la carne. Estudios por ejemplo en determinar la influencia de la estimulación eléctrica en el tratamiento de la carne, donde el nivel del pH estaría afectado.

2.2. CARACTERÍSTICAS DEL GANADO BOVINO DE LA RAZA HOLSTEIN

2.2.1. ORIGEN:

Es una de las principales razas de bovinos para leche, y su lugar de origen es en Holanda y el norte de Alemania (Ensminger. 1980).

El *Bos taurus* incluye aquellos bovinos domesticados comunes en las zonas templadas, y a su vez, parece proceder de una mezcla de los descendientes del Uro (*Bos primigenius*) y del Celtic Shorthorn (*Bos longifrons*). (Ensminger. 1980).

Se cree que la mayoría de los bovinos, descienden principalmente del robusto Uro, el cual era un toro salvaje, que cazaban los antepasados y que vagó por los bosques de Europa Central hasta los tiempos históricos y por último se extinguió hacia el año 1627 de nuestra era (Ensminger. 1980).

2.2.2. POSICIÓN EN LA ESCALA ZOOLOGICA

La siguiente reseña indica la posición básica del ganado bovino en la escala zoológica (Ensminger. 1980):

Reino:	<i>Animal</i>
Tipo:	<i>Cordados</i>
Clase:	<i>Mamíferos</i>
Orden:	<i>Artiodáctilos</i>
Familia:	<i>Bóvidos</i>
Género:	<i>Bos</i>
Especies:	<i>Bos taurus</i> para la raza Holstein <i>Bos indicus</i> para la raza Nelore

2.2.3. CARACTERÍSTICAS EXTERNAS:

Su color son manchas negras y blancas bien definidas, el morro bien delineado y ancho, ollares abiertos, mandíbula fuerte, frente amplia moderadamente cóncava y nariz recta (Ensminger, 1980).

2.2.4. CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS:

Son animales grandes y angulosos; las hembras adultas llegan a pesar 680 kilogramos y los toros en condiciones de servicio, alrededor de 1000 kilogramos (Ensminger, 1980).

2.3. CARACTERÍSTICAS DEL GANADO BOVINO DE LA RAZA NELORE

2.3.1. ORIGEN:

Es uno de los tipos básicos de ganado cebú, de la India, está constituido por un importante grupo de razas, entre las cuales sobresalen la Haryana y la Ongole, conocido entre nosotros como Nelore. La mayoría de los autores creen que ese importante agrupamiento étnico no es nativo del continente indo – paquistaní, habiendo sido introducido allí por los pueblos pastores que comenzaron a invadir la India cerca de dos mil años antes de la Era Cristiana (Alves, 1980).

El nombre de Nelore designa a un distrito de la provincia de Madrás, situada en la costa oriental de la India, llamada Coromandel, bañada por el mar de Bengala. En el lado opuesto queda el estado de Misore próximo a la costa occidental, conocido con el nombre de costa Malabar. Este ganado es una mezcla, encontrado en Madrás y Misore, con predominio del primero. (Dubucmarchiani, 1957)

Dentro de la clasificación en el ganado cebú encontrados en la India, el Nelore pertenece al grupo II y IV. En el grupo II pertenece la raza Haryana, Ongole y Krishna Valley y en el Grupo IV se distinguen a las razas Anratmahal, Hallikar, Kangayan y Killari. (Dubucmarchiani, 1957)

La introducción de este ganado a América del sur, fue principalmente hacia el Brasil, donde le dieron ese nombre, los registros oficiales presentados, indican que fue a finales del siglo XIX e inicio del siglo XX en la primera introducción de animales traídos de la India. (Domínguez, 1961; Santiago, 1960 y Soares, 1970)

2.3.2. CARACTERÍSTICAS EXTERNAS

Las principales características son: el pelaje blanco o ceniza claro, cara estrecha en forma de ataúd, arcadas orbitales no sobresalientes y perfil

ligeramente convexo. Los cuernos son normalmente cortos, a veces gruesos; se distingue, también, por las orejas cortas de tamaño mediano. (Alves, 1980 y Dubucmarchiani, 1957).

Generalmente es un ganado grande, los machos adultos pesan de 540 a 675 kilogramos. Tienen un cuerpo largo y pescuezo corto, miembros largos y musculosos, canillas y pies fuertes y bien hechos. La apariencia general es viva, pero dócil, con buen porte y andar elegante (Alves, 1980).

2.3.3. CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS

En su país de origen, es muy apreciado como un animal de trabajo y como productor de leche; son dóciles, fuertes, eficientes en la labranza y en el transporte de carretas. Como los demás bovinos interesa como animal de corte (Alves, 1980).

En América el Nelore es esencialmente una raza productora de carne. Tiene a su favor una buena conformación y alcanza un buen desarrollo. Como todo ganado cebú, tiene especial habilidad para el aprovechamiento de forrajes, incluso groseros, propio de climas tropicales. Es un animal vivo, y manso cuando es convenientemente cuidado (Alves, 1980).

2.4. LA CARNE

Se define como aquellos tejidos animales que pueden emplearse como alimento. Todos los productos procesados o manufacturados que se preparan a partir de aquellos tejidos (Forrest, 1979). En sentido amplio, incluye también las partes blandas de los peces, mariscos, aves de corral y animales de caza. (Ensminger, 1980). Aquí se incluyen también las grasas, embutidos y productos cárnicos preparados a partir de carne de animales de sangre caliente (Weinling,

1973). En forma genérica se denomina “carne” a la parte comestible, sana y limpia de los músculos de los bovinos, ovinos, porcinos, caprinos, camélidos y otros animales.

La carne es un producto alimentario altamente perecedero que, a menos que se congele adecuadamente o se almacene, se deteriorará rápidamente debido al desarrollo de microorganismos, deshidratación, exposición al oxígeno, y pérdidas de aroma y color. (Marsden, J. L & Henrickson. R. L. *et al*1994).

La definición de canal viene a ser el cuerpo de cualquier animal sacrificado después de haber sido sangrado y faneado, una carne fresca es a la que no se ha dado todavía ningún tratamiento distinto al envasado en la atmósfera modificada o envasado al vacío para asegurar su conservación, salvo en caso de que haya sido sometido solamente a refrigeración, seguirá siendo considerada como fresca y se dice que es apta para el consumo humano toda carne que haya sido aprobada por un Inspector veterinario como inocua y sana, a menos que en exámenes posteriores, que pueden incluir exámenes de laboratorio se compruebe que no es salubre. (CAC/RCP 11 -1976 y CAC/RCP 41 – 1993)

Con respecto a las proteínas, la carne aporta el 40% de los requerimientos mínimos diarios. Pero casi más importante que esto es el hecho de que sus proteínas son de elevado valor biológico. Si se compara la proporción de aminoácidos esenciales de las proteínas de diversas carnes con las de otras fuentes, se puede comprobar algo generalmente admitido, que poseen casi el mismo valor nutritivo que las de la leche o huevo, y es muy superior al de las procedencia vegetal, incluida las legumbres. (Roncales. 1998).

Entre los componentes químicos de la carne de vacuno se tiene que el porcentaje de agua es 72.01, el % de proteína es de 21.01, el % de grasa 4.84, el % de cenizas es 0.91.; comparado con la carne de porcino que tiene % de agua

59.18, el % de proteína es 19.37, el % de grasa es 20.06, y el % de cenizas es de 0.79. (Tellez. 1978).

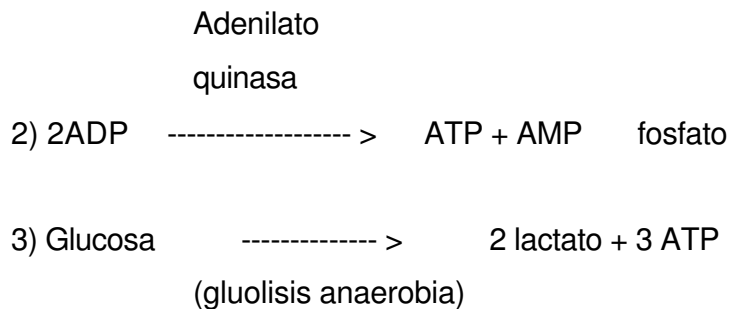
2.4.1 BIOQUIMICA DE LA CONTRACCIÓN MUSCULAR

Cuando el músculo está en relajación, hay presencia de ATP, iones Mg^{++} mientras que los iones Ca^{++} quedan retenidos en el retículo sarcoplasmático. La miosina (miofibrilla que compone el filamento grueso que está en paralelo al filamento delgado llamado actina), no manifiesta actividad ATPásica; en esas condiciones no hay dificultad para el deslizamiento de los filamentos de actina a lo largo de la miosina, bajo el efecto de una fuerza externa. Las dos proteínas estarían bajo la forma de dos complejos: Miosina – Mg^{++} ATP y Actina – ADP. (Cheftel, J.C. y Cheftel, H. 1976).

Siempre en presencia de ATP y de Mg^{++} , cuando el retículo sarcoplasmático cede iones Ca^{++} , en respuesta a un estímulo nervioso, se manifiesta actividad ATPásica de la miosina, la hidrólisis del ATP libera energía (alrededor de 10 000 cal por mol) y se produce la contracción muscular por la interacción momentánea miosina – actina. Enseguida el retículo sarcoplasmático recupera el calcio y la contracción llega a su fin con la ineludible condición de que queden ATP, iones Mg^{++} disponibles. Normalmente el contenido de ATP permanece constante; este compuesto se forma por tres caminos: (Cheftel, J.C. y Cheftel, H. 1976).

Fosfocreatina
quinasa

1) $ADP + \text{fosfocreatina} \rightleftharpoons ATP + \text{creatina}$



Las dos primeras reacciones se realizan inmediatamente; la tercera solo ocurre cuando el aporte de oxígeno por la sangre no es suficiente para que continúe el metabolismo anaeróbico, lo que ocurre por ejemplo, durante la contracción violenta del músculo normal. La contracción muscular va acompañada por la aparición de la creatina y fosfato, de un descenso del contenido en glucógeno (que suministra glucosa) y formación del ácido láctico. (Cheftel, J.C. y Cheftel, H. 1976).

Durante la recuperación aerobia (reposo o trabajo muscular moderado), desaparece el ácido láctico y se forma ATP por intermedio del ácido pirúvico (ciclo de krebs), con los que se restablecen las reservas en fosfocreatina. (Cheftel, J.C. y Cheftel, H. 1976).

2.4.2. CONVERSIÓN DEL MÚSCULO EN CARNE

El músculo constituye un sistema contráctil muy complejo, que proporciona motilidad en el reino animal. El estudio de los detalles de su ultraestructura y sus funciones vitales (contracción y relajación) han servido para comprender de manera más completa los procesos de conversión del músculo en carne (Forrest, 1979). Los músculos comprenden conjuntos de células altamente especializadas que transforman energía química en mecánica como respuesta a acontecimientos excitadores que ocurren en la membrana celular. Esta característica básica determina que los músculos se contraigan generando tensión y produciendo movimiento. (García, 1995).

El músculo esquelético se organiza como un conjunto que agrupa un número variable de células (100 – 10000) denominadas fibras musculares (10 – 100 μm de diámetro), las cuáles se extienden a lo largo del músculo desde un tendón a otro. Las fibras musculares son multinucleadas, ya que cada una de ellas proviene de la unión de varias células más pequeñas, denominadas mioblastos, que cuando se alinean y fusionan mantienen sus núcleos en la fibra adulta. Cada fibra muscular está formada por haces filamentosos, que la recorren en toda su longitud, denominadas miofibrillas (1 μm de diámetro). Las miofibrillas contienen elementos esenciales para la actividad contráctil del músculo, los filamentos contráctiles. Los filamentos son de dos tipos: gruesos (10 – 13 nm de diámetro y de 1,6 μm de longitud) y finos (5 – 7 nm de diámetro y 1 μm de longitud). A lo largo de las miofibrillas, orientadas transversalmente y a intervalos regulares (2 – 2.5 μm), se encuentran unas formaciones reticulares de naturaleza proteica, discos Z, que están integradas por α -actinina. Cuando estos discos se observan lateralmente, aparecen como líneas estrechas densas y en zigzag, denominadas líneas Z. La separación entre dos líneas Z constituye la unidad funcional contráctil del músculo, el sarcómero. Así mismo, existen también unos filamentos intermedios que conectan los discos Z de las miofibrillas adyacentes dentro de las fibras musculares. (García, 1995).

Los filamentos finos se unen a ambos lados de la línea Z y colocados entre ellos, se sitúan los filamentos gruesos, ocupando la zona central del sarcómero. Esta disposición determina que el espacio ocupado exclusivamente por los filamentos finos a los lados de la línea Z aparezca como una zona clara llamada banda I. El sarcómero presenta también una zona oscura, que abarca la longitud de los filamentos gruesos y que está integrada por éstos y por los extremos de los filamentos finos. Esta zona, banda A, presenta una parte central más clara, Zona H, que contiene porción de los filamentos gruesos que no se solapan con los finos. En el centro del sarcómero aparece una línea más densa, línea M, que corresponde a la zona de unión de los filamentos gruesos a través de la proteína estructural denominada miomesina. (García, 1995).

El hombre ha empleado durante muchos siglos los tejidos animales como alimento, sin prestar atención a sus funciones vitales, ni a los cambios que se producen antes de ser consumidos. Sin embargo, con el advenimiento de técnicas de producción masificada, como la que utiliza en la actualidad la industria cárnica, ha propiciado la búsqueda de metodología que controle la cantidad y uniformidad del producto final. Esto ha llevado a investigar las causas que producen la variación de la calidad de la carne con miras a su mejora. Actualmente, Son muchas las variantes que influyen la calidad de la carne y que se sabe que son debidas a los cambios que suceden después del sacrificio del animal. La musculatura animal, no cesa bruscamente todas sus funciones vitales y se convierte de golpe en carne, por el contrario, durante un periodo de varias horas, incluso días, suceden una serie de cambios físicos y químicos; al conjunto de estos cambios se denomina conversión de músculo en carne (Forrest, 1979).

2.4.2.1. HOMEOSTASIS

En los seres vivos todos los órganos y sistemas corporales colaboran al mantenimiento de un ambiente interno en el que cada uno pueda desempeñar su función eficientemente. La mayoría de los órganos corporales, incluido el músculo, funcionan eficientemente dentro de un rango estrecho de funciones fisiológicas: como son: pH, temperatura, concentración de oxígeno y aporte de energía. (Forrest, 1979).

La conservación de un ambiente interno fisiológicamente equilibrado se denomina *homeostasis*. Consiste en un sistema de controles y equilibrios que proporciona al organismo medios para enfrentarse a los agentes estresantes que tienden a deteriorar el ambiente interno. La regulación homeostática, proporciona al organismo la capacidad de sobrevivir bajo condiciones muy diferentes, y en

ocasiones adversas, entre las que pueden incluirse grandes variaciones de temperatura, escasez de oxígeno y traumas (Forrest, 1979).

La homeostasis tiene un enorme interés durante la conversión del músculo en carne por dos grandes razones: 1) muchas de las reacciones y cambios que tienen lugar durante esta conversión son consecuencia directa de la homeostasia (intentos de conservar la vida) y 2) las condiciones del periodo inmediatamente anterior al sacrificio pueden modificar los cambios musculares postmortales y afectar la calidad de la carne. Dentro de estas condiciones se pueden citar el transporte de los animales al matadero, el aturdimiento o inmovilización previo al sacrificio y el manejo durante las fases de mercadeo (Forrest, 1979).

2.4.2.2. SANGRÍA

La primera fase de la matanza tradicional es la sangría (degüello o desangrado) del animal, es decir, la extracción de la mayor parte de la sangre como sea posible (Forrest, 1979).

El degüello marca el comienzo de una serie de cambios postmortales del músculo; una hemorragia masiva, como la que se produce en esta fase, constituye un grave estrés. para el animal tan pronto como desciende la presión sanguínea, el sistema circulatorio ajusta su funcionamiento en un intento de mantener un aporte sanguíneo adecuado para los órganos vitales. El bombeo cardíaco aumenta y los vasos periféricos se contraen intentando mantener la presión sanguínea de los órganos vitales. Hay que tener en cuenta que únicamente se extrae del organismo el cincuenta por ciento aproximadamente del volumen sanguíneo total, el resto se mantiene en los órganos vitales. Y esta es un excelente medio de cultivo para el crecimiento de microorganismos que producen la alteración de la carne y el exceso de sangre en los cortes de carne es

repugnante para el consumidor; de aquí que una sangría lo más completa posible constituya un comienzo óptimo del proceso de carnización (Forrest, 1979).

2.4.2.3. FALLO CIRCULATORIO MUSCULAR

La función del sistema circulatorio consiste en transportar los nutrientes esenciales para el músculo y en eliminar los productos de desecho, bien para su excreción o para ser ulteriormente metabolizados en otros órganos. La sangría elimina esta línea de comunicación entre el músculo y su ambiente externo. (Forrest, 1979).

Los músculos almacenan una pequeña cantidad de oxígeno unido al pigmento mioglobina. En los animales vivos el oxígeno se absorbe en los pulmones, siendo transportados a las células corporales por la hemoglobina. La mioglobina muscular tiene una mayor atracción por el oxígeno que la hemoglobina, detalle que ayuda a la transferencia del oxígeno desde la sangre a las células musculares; la mioglobina proporciona un sistema de almacenamiento del oxígeno hasta que lo emplean las células para su metabolismo. La cantidad de oxígeno almacenado de esta forma es solamente la suficiente para permitir las reacciones oxidativas durante un período de tiempo breve (Forrest, 1979).

A medida que el aporte de oxígeno almacenado disminuye, como consecuencia de la sangría, cesa el funcionamiento de la ruta aeróbica mediante el ciclo del citrato y el sistema citrocomo oxidasa. La energía metabólica se desplaza entonces a la ruta anaeróbica de una forma muy similar a como cuando no hay suficiente oxígeno para el músculo vivo sobre todo durante períodos de ejercicios muy intensos y deficiencia de oxígeno. Encontrándonos, con otro mecanismo homeostático que permite al músculo disponer de otra fuente de energía. Mediante la ruta anaeróbica se produce mucha menos energía en forma de ATP. Sin embargo, el músculo dispone así de una fuente energética que mantendrá

mucho tiempo la integridad estructural y la temperatura de las células (Forrest, 1979).

En el animal vivo el ácido láctico originado por el metabolismo anaeróbico es transportado desde el músculo al hígado, donde se utiliza para la síntesis de glucosa y de glucógeno. Ambos productos pueden revertir de nuevo al músculo para proporcionar energía cuando se dispone de nuevo de suficiente oxígeno. Puesto que un animal degollado no dispone de un sistema circulatorio, el ácido láctico permanece en el músculo, aumentando su concentración conforme prosigue el metabolismo. Y acumulándose hasta que casi todo el glucógeno original almacenado en el músculo ha sido agotado o hasta que se alcanzan condiciones que retrasan o paran la glucólisis anaeróbica. El acumulo de ácido láctico determina un descenso del pH muscular. El pH de la carne dependerá en gran parte de la cantidad de glucógeno contenido en el músculo en el momento de la sangría (Forrest, 1979).

2.5. EL pH Y SU RELACIÓN CON LA CARNE

2.5.1. UNA MEDIDA DE ACIDEZ

Dado que las concentraciones de iones H^+ y OH^- son a menudo números muy pequeños y por lo tanto inconvenientes para trabajar con ellos, Sørensen (1868 – 1939) bioquímico Danés escribió el símbolo como pH y llamó a p el “exponente de ión hidrógeno” (*Wasserstoffionexponent*): es la letra inicial de Potenz (alemán), puissance (francés) y power (inglés). Sørensen propuso en 1909 una medida más práctica llamada pH. El pH de una disolución se define como (Chang, 1995):

$$pH = -\log [H^+]$$

Se ve entonces que el *pH de una disolución está dado por el logaritmo negativo de la concentración del ión hidrógeno (en mol/L)*.

Esta es simplemente una definición establecida para darnos números convenientes para trabajar con ellos. Además, el término $[H^+]$ en la ecuación sólo es la parte numérica de la expresión para la concentración de hidrógeno, ya que se puede tomar el logaritmo de las unidades. Entonces, como la constante de equilibrio, el pH de una solución es una cantidad adimensional (Chang, 1995).

Ya que el pH es simplemente una manera de expresar la concentración del ión hidrógeno, las disoluciones ácidas y básicas pueden identificarse por sus valores de pH, como se demuestra a continuación (Chang 1995):

Disoluciones ácidas: $[H^+] > 1.0 \times 10^{-7} \text{ M}$, $\text{pH} < 7.00$

Disoluciones básicas: $[H^+] < 1.0 \times 10^{-7} \text{ M}$, $\text{pH} > 7.00$

Disoluciones neutras: $[H^+] = 1.0 \times 10^{-7} \text{ M}$, $\text{pH} = 7.00$

2.5.2. DETERMINACIÓN DEL pH COMO MEDIO AUXILIAR DE DIAGNÓSTICO EN LA INSPECCIÓN DE CARNES

2.5.2.1. IMPORTANCIA DE LOS MEDIOS AUXILIARES DE DIAGNÓSTICO

En el animal vivo pueden actuar numerosos factores endógenos y exógenos en virtud de los cuales la carne puede perder en mayor o menor grado las propiedades deseadas por el consumidor en lo referente a color, consistencia, olor y sabor. Así mismo, desde el momento del sacrificio hasta el de consumo la carne experimenta de manera continua una serie de procesos bioquímicos de desarrollo espontáneo, a la vez que sufre la acción de influencias exteriores, como consecuencia de todo lo cual se producen modificaciones de la canal. Estos procesos e influencias pueden ser causas de “defectos sustanciales”,

disminuyendo notablemente el valor nutritivo y culinario de la carne, o bien ser tan intensos que hagan a la carne no apta para consumo humano. Estas alteraciones deben esperarse especialmente en los animales sacrificados de urgencia y estando enfermos. (Barteles, 1980).

Para determinar y enjuiciar sanitariamente las carnes asiendo de defectos sustanciales más o menos marcados, deben por consiguiente los veterinarios dedicados a la inspección de canales recurrir a los medios auxiliares de examen para concretar las anomalías apreciadas organolépticamente. En caso de existir alteraciones patológicas, debe efectuarse una posterior investigación, siempre que ello sea preciso para conocer la naturaleza de la alteración. Pueden recurrirse entre otros a las pruebas de cocción y asado, e incluso la investigación bacteriológica. Esto no quiere decir que el animal sacrificado resulta apto en todos sus aspectos para consumo humano, ni que no se encuentre mermada la carne en sus propiedades nutritivas y culinarias. Teniendo todo esto en cuenta, reviste extraordinaria importancia la ulterior investigación de la canal con ayuda de los métodos auxiliares de diagnóstico (Barteles, 1980).

Desde mucho tiempo vienen utilizándose diversos métodos de examen, cuyo empleo permite descubrir importantes anomalías de los valores nutritivo y culinario de la carne. Estos métodos de estudio, llamados auxiliares, se refieren principalmente a la determinación del pH, acuosidad de la carne, grado de desangramiento y alteraciones de color y sabor de la misma (Barteles, 1980).

2.5.2.2. DETERMINACIÓN DEL pH

La capacidad de conservación de la carne depende especialmente del curso seguido por la acidificación que sufre la misma a continuación del sacrificio. La medida del grado de acidez se verifica determinando la concentración de hidrogeniones (Valor pH) en los músculos de los animales (Barteles, 1980).

El fundamento de la determinación del pH se basa en el hecho de que los ácidos, bases y sales experimentan una disociación electrolítica en solución acuosa. El agua se disocia de acuerdo con la igualdad: $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$, con lo cual el grado de acidez viene expresado por el número de iones H^+ libres. En un litro de agua pura y neutra, que contiene cantidades equivalentes de iones H^+ e iones OH^- , la concentración de hidrogeniones (fracción de peso correspondiente a los iones H^+ libres) es, a $+ 25^\circ \text{C}$, de $1/10\,000\,000$ gramos $= 10^{-7}$. Según Sörensen, para expresar de forma más abreviada la concentración de hidrogeniones, en lugar de escribir potencias de 10 ($10^{-\text{pH}}$), se recurre a citar el exponente de la potencia cambiado de signo, que es el pH (*Pondus hydrogenii*, exponente de hidrógeno) (Barteles, 1980).

En el músculo vivo y en la carne de animales recién sacrificados el pH oscila entre 7.0 y 7.6. producida la muerte, se producen una serie de procesos enzimáticos regresivos de naturaleza anaerobia. Entre otros fenómenos, genera CO_2 a partir de las combustiones oxidativas que todavía se desarrollan durante algún tiempo en las células corporales y también ácido láctico como consecuencia del desdoblamiento del glucógeno en los músculos. Debido a la falta de oxígeno disponible, deja de producirse la resíntesis del glucógeno que registra el animal vivo. Por ello el pH desciende en unas 24 horas desde la zona neutra hasta la zona ácida. De esta manera lo que influye es el pH influye y no la totalidad de ácido láctico

Con respecto a investigaciones anteriores en nuestro país se puede mencionar a Izaguirre (1948) en su tesis titulada "Determinación de la acidez actual de las carnes", que emplea el método colorimétrico donde llega a las siguientes conclusiones que la carne de ganado vacuno con un pH de 6.0 a 6.5 es apta para el consumo y que a las 4 horas *post mortem* en el tiene un pH de 6.3 a 6.5. y el músculo elegido fue el recto abdominal.

Existen una serie de procesos fisiológicos y bioquímicos que se producen luego del sangrado del animal, produciéndose un descenso rápido de la cantidad de oxígeno presente en el torrente sanguíneo. Solo luego de la muerte biológica de los músculos comienzan en la carne los procesos *post mortem* propiamente dichos. Los músculos ya no pueden obtener energía a través de la respiración (vía aeróbica), y prosigue sin él (vía anaeróbica). Esta energía está marcada por el proceso de degradación y resíntesis de ATP, a diferencia de lo que sucede en la fosforilación oxidativa, en la cual a partir del ácido pirúvico, se produce ácido láctico, que no puede ser transformado, este ácido láctico se acumula progresivamente en el músculo en una cantidad que depende de las reservas de glucógeno, hasta que su producción se interrumpe, bien sea por el agotamiento del glucógeno, o porque el descenso del pH alcanza valores que inhiben las reacciones enzimáticas (Murray, 1988, Fehlhabeck, 1995. Sánchez, 1999, Pränld *et al*, 1994). La actividad de las enzimas depende sobremanera no solo de la pH sino también de la temperatura y de la cantidad de agua. (Jasper, W & Placzek, R. 1978)

Antes del sacrificio el pH normal del músculo está alrededor de 7.0 y luego del sangrado se produce un descenso gradual que en refrigeración, alcanza un valor crítico de 5.4. Este valor se alcanza generalmente a las 24 horas en el músculo del bovino, y se conoce con pH_f, para diferenciar el que se forma a las 3 horas *post mortem* en cuyo caso se llama pH_i. Como las enzimas glucolíticas son temperatura – dependientes, se puede aumentar el tiempo necesario para alcanzar un valor promedio de 5.4 (Sánchez, 1999).

La velocidad del descenso del pH después de la muerte del animal, constituye uno de los factores cruciales de la transformación del músculo en carne, como en la importancia de la calidad futura de los productos preparados a partir de ella (Pardi *et al.*, 1993). El pH_f del músculo medido las 24 horas *post mortem* es otro factor que influye sobre varios aspectos de la calidad de la carne, como por ejemplo su capacidad de retención de agua, así como en las propiedades

organolépticas de aroma, sabor, madurez, succulencia y color. (Devine *et al*, 1993). Además de la inhibición del crecimiento microbiano. (Sánchez, 1999).

Cuando el pH llega a un valor menor de 6.0 durante la primera hora después de la muerte y la temperatura del músculo es alta, próxima a los 35°C, esta carne es potencialmente PSE (de pale, soft, exudative), que proporciona una coloración pálida con intensa exudación, esta anomalía es común en carne de cerdos. (Bresan 1992 y Culau 1991). Si todavía el pH disminuye poco después de recorrida las primeras horas de muerte con valor encima de 6.0 completadas las 24 horas post mortem, indica una carne DFD (de dark, firm, dry) caracterizado por una elevada retención de agua y una coloración oscura y seca (Apple *et al.*, 1995; Purchas, 1990; Tarrant, 1980). Estos dos tipos o aspectos son indeseables al consumidor y esas propiedades sensoriales son desagradables (Pearson, 1994). Los valores de pH en la carne pueden sufrir alteraciones a través del uso de drogas o por condiciones de stress pre sacrificio que son sometidos los animales (Bouton *et al.*, 1971; Norman, 1982; Sanz *et al*, 1996)

Aquellas carnes que presenten pH mayor de 6.2, se debe descartar para su uso en procesamiento de productos madurados como los jamones. Si se utilizan carnes con bajo valor de pH (alrededor de 5.4), donde se obtiene un mayor éxito en productos madurados. (Coretti, 1986; Quiroga, 1994).

El color de la carne es una de las características que evalúa con mayor frecuencia el consumidor para determinar la frescura y calidad de la carne (Sarantopoulos *et al.*, 1990). Normalmente las carnes oscuras son rechazadas porque se asocia a estas con animales maduros y por lo tanto con una carne dura. Sin embargo, esta relación no siempre es verdadera si los animales son beneficiados con poca reserva de glucógeno no tienen valores de pH suficientemente bajos para producir coloraciones normales, independientemente de su calidad y madurez. (Saint. 1996). Las mediciones de pH y color en la carne

explican por ellos mismos una variación de la palatabilidad de la carne. (Wulf. 2000)

2.5.2.3. ELECCIÓN DEL MÚSCULO *Longissimus dorsi*

En la mayoría de estudios de la ciencia de la carne se ha elegido el músculo *Longissimus dorsi*. En este músculo también se mide la ternura, desarrollo muscular al igual que se puede apreciar la muscularidad o desarrollo muscular (Sánchez, 1999). O'Connor, S. *et al.* 1997. Demuestra que hay efectos sobre la ternura en carne de ganado vacuno, tanto para el *Bos indicus* y el *Bos taurus*, cuyo músculo de elección fue el *longissimus dorsi*. Eilers J. *et al* 1996; utiliza la estimulación eléctrica sobre el músculo *longissimus dorsi*, para determinar la modificación del pH. Page. *et al* 2001; realiza un estudio en plantas de empaquetamiento de carne de U.S.A., donde el color, pH son evaluados en el músculo *longissimus dorsi*. Lagoda. *et al* 2002. Realizó mediciones subjetivas del color de la carne en el músculo *longissimus dorsi*, de vacunos holstein a las 0, 6 12 y 24 horas *Post mortem*. Shanks *et al.* 2002. utiliza el músculo *Longissimus dorsi* para realizar medidas dirigidas a evaluar la resistencia al corte.

Laack, *et al.* 2001. Utiliza el músculo *longissimus dorsi* en cerdos, para realizar las mediciones de la grasa intramuscular y el pH que tienen influencia en la ternura.

Es músculo *longissimus dorsi*, es el músculo mayor y más largo del cuerpo, se extiende desde el sacro e ilion hasta el cuello y llena el espacio existente entre las apófisis espinosas, medialmente, las apófisis transversas lumbares y los extremos dorsales de las costillas centralmente. Por tanto consta de porciones capitis y atantis, cervicitis, thoracis y lumborum. (Sisson & Grossman. 1995)

2.6. INFLUENCIAS MICROBIOLÓGICAS

El peligro de una alteración de origen bacteriológico es mayor cuando el pH ha alcanzado un valor de 6.2 - 6.5. Aunque la carne de animales sanos, que han disfrutado de reposo suficiente antes del sacrificio, es casi estéril o lo es por completo, existe la posibilidad de que se contamine la superficie. (Effenberger y Shotte. 1972)

Las especies microbianas que aparecen en la superficie de la carne (Salmoneras, cocos, lactobacilos, colibacilos, clostridios, levaduras y mohos), son responsables de toxiinfecciones alimenticias y la alteración precoz de los alimentos. (Effenberger y Shotte. 1972)

2.7. FACTORES GENÉTICOS – RACIALES

Actualmente, la tendencia en la industria de la carne, en cuanto a los factores genéticos y raciales del ganado bovino, es hacia la producción de un animal con adecuado desarrollo de los componentes de la canal y a una edad más temprana que permita obtener un producto de calidad palatable (Sánchez, 1999). Los animales pertenecientes a una raza crecen y se desarrollan de una manera característica, así, las razas de carne y las razas de leche se diferencian no solo por la diferente proporción de los componentes de la canal, sino en la manera en que se distribuyen (Sánchez, 1999). Además que cada músculo o grupo muscular tiene encomendada distinta función mecánica durante la vida del animal; por lo tanto, para mayor rendimiento en el trabajo, la composición histológica, la configuración, etc. (Sanz Egaña. 1967).

Shackelford *et al.* 1995, demostraron las diferencias genéticas raciales en 10 grupos musculares entre las cuales se encontraba el *Longissimus dorsi* *Psoas major*, *Infraspinatus*, *Triceps brachii*, *Semitendinosus*, *Gluteus medius*,

Supraspinatus, *Biceps femoris*, *Semimembranosus*, y *Quadriceps femoris* de las especies *Bos taurus* y *Bos indicus*, evaluando características de ternura de la carne. Wheeler *et al.* 1990, estudió la implicancia de mecanismos de variación en la ternura de la carne en ambas especies donde estaban involucrados enzimas como la catepsina, el calcio - dependiente de la actividad de la proteasa y el inhibidor de la proteasa calcio – dependiente de la proteasa.

Haciendo referencia al ganado bovino de saca que se beneficia en nuestro país, se tiene al ganado cebuizado de diferentes razas, entre ellas al Nelore y al ganado de los hatos lecheros entre ellos, la raza holstein. Un porcentaje de estos animales son engordados en los centros de engorde de la costa con raciones balanceadas de bajo costo. Este es un sistema intensivo de engorde que mantiene animales estabulados, durante 90 días en promedio. (Flores, 1997).

2.8. FAENADO DE GANADO VACUNO

2.8.1 PROCEDIMIENTOS DE FAENADO

El beneficio convencional incluye, aturdimiento, deguello, desollado, eviscerado, retoque y lavado final antes del oreo. (Vilca. 1991).

Una vez que llegan los animales a los corrales de la planta, deben permanecer en reposo por lo menos 12 horas antes de su sacrificio, el Médico Veterinario les practica la inspección Ante mortem. Mientras el animal espera el aturdimiento, se somete a un baño, se procede al aturdimiento, luego se le coloca con un gancho de la pata trasera, se procede a la sangría donde el tiempo de sangría es de 4 a 5 minutos, se procede al corte de cabezas y las patas, luego se procede al desuello general con cortes y operaciones como corte de piel, apertura de cavidades torácica y abdominal cortes de esternón y sínfisis pubiana, la evisceración que

consiste en separar la vísceras rojas de las blancas así como de los órganos genitales, corte de la canal en medias canales que se hace con una sierra eléctrica, el lavado, sellado, clasificado, pesaje. (García. 1991). Luego pasan al oreo por 3 horas para pasar posteriormente a la cámara de refrigeración, con objetivo de conservar a la carne

2.8.2. INSPECCIÓN DE LA CARNE DE VACUNO GARANTÍA DE CALIDAD DE LA CARNE

La inspección de la carne es comúnmente percibida como el control sanitario de la matanza de los animales como de la carne. La responsabilidad para el logro de este objetivo es atendido principalmente por autoridades sanitarias quienes son representados por veterinarios e inspectores de la carne en la etapa de matanza. (Herenda. *et al.* 2000).

Los objetivos de un programa de inspección son dos: el primero es asegurar la salud, tanto fisiológica normal de los animales que van a ser beneficiados para el consumo humano luego separar aquellos animales anormales y segundo es asegurar que la carne proveniente de estos animales este libre de enfermedades, sanos y que no pongan en riesgo la salud humana. Estos objetivos son logrados por procedimientos de inspección *Ante mortem* y *Post mortem* (Herenda. *et al.* 2000), e higiene con un mínimo de contaminación (Sakaarub. 1985). Estableciendo un adecuado plan HACCP (Hazard Análisis Control Point), que muestra que son apropiados para el espectro y prevalencia de enfermedades y defectos en diferentes ganados que son inspeccionados utilizando los principios HACCP. (Herenda. *et al*/2000)

La inspección de la carne es habitual en todos los países. En algunos, la inspección de la carne se introdujo para evitar la venta de carne en malas

condiciones y esta es todavía una de las funciones actuales de la inspección de la carne (Varnam y Sutherland, 1995).

En el Perú, la Inspección Veterinaria de carnes se establece de manera técnica a partir de la creación del Frigorífico Nacional en el año 1925. La cual debe estar basada en los resultados y adelantos de las investigaciones científicas para aplicarlos en la práctica diaria (Ministerio de Guerra, 1965).

En varios países, donde la inspección la realizan los veterinarios, la función primordial es asegurar la salud de las personas que consumen productos de origen animal, mientras en otros sitios se considera como un medio para evitar las prácticas fraudulentas. En muchos países, especialmente aquellos con mayores intereses en la exportación, la carne pasa por un control de calidad para asegurar que se cumplen las expectativas de los consumidores (Varnam y Sutherland, 1995).

Históricamente la inspección de la carne consistía en la detección visual de anomalías o alteraciones de la carne por efecto de enfermedades que sufrían los animales como la tuberculosis, leptospirosis o parásitos. La inspección tenía lugar inmediatamente después del sacrificio en las etapas iniciales del beneficio. De esta forma se pueden detectar enfermedades como la tuberculosis. Independiente de esto, se puede argumentar que la presencia de un inspector frena las prácticas inadecuadas. Además, cada vez hay más presión a nivel mundial para la implantación del sistema HACCP en la industria cárnica el cual es poco usado durante el beneficio de los animales de abasto y que determinaría un papel más amplio y variado del inspector veterinario (Varnam y Sutherland, 1995). En nuestro país el Decreto Supremo D. S. N° 007-98-SA., del 25 de setiembre de 1998 aprueba el Reglamento sobre la vigilancia y control sanitario de alimentos en el artículo 58, dispone que las fabricas de alimentos y bebidas deben efectuar un control de calidad sanitario y de inocuidad basado en el HACCP. La medición del pH aplicando uno de los principios del HACCP, donde se refiere al establecimiento

de límites críticos de control que se basa en los procesos de beneficio o fabricación, donde las variables son de lectura rápida y que son susceptibles de monitoreo. (Habers. 1998)

La inspección de la carne para la clasificación es un medio para mantener la calidad y se considera esencial para la exportación. La carne habitualmente es inspeccionada cuando ha terminado el faneado y a menudo después del despiece. Los parámetros que se consideran son conformación de la canal y su relación de carnes magras y grasas correctas, contenido de carne, color y apariencia global y estándares de carnicería. La clasificación es realizada primordialmente por expertos y puede incluir una cantidad considerable de evaluación visual. Varios instrumentos basados en fibra óptica parecen ser los prometedores para el uso rutinario (Varnam y Sutherland, 1995).

La calidad de la carne es lo que requiere el mercado, en sentido más amplio; inocuidad, caracteres organolépticos, nutritivos, envasados, que tengan posibilidades de preparación culinaria, etc. (Lasta, 1993).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. LUGAR DE ESTUDIO

El trabajo se realizó en el Camal Frigorífico Jose Olaya SAC., ubicado en el kilómetro 18.5 de la Panamericana Sur, distrito de Chorrillos en el departamento de Lima y en el laboratorio de Salud Pública y Salud Ambiental de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

3.1.2. ANIMALES

Se utilizaron 100 animales vacunos (Murray. 1991), 50 de la raza Holstein (*Bos taurus*) y 50 de la raza Nelore (*Bos indicus*), machos, procedentes de centros de engorde, cuyas edades fluctuaban entre 12 a 30 meses de edad. (2 a 4 dientes). Todas las canales fueron clasificadas por el Inspector Médico Veterinario.

3.1.3. PROCEDIMIENTOS GENERALES DE SACRIFICIO

El sacrificio se llevó a cabo de acuerdo al sistema normal y convencional de faenado. Que incluye aturdimiento, degüello, desollado, eviscerado, hendido, retoque y lavado final antes del oreo. Luego de 3 horas después del sacrificio, las canales se sometieron a refrigeración. (Vilca. 1991).

3.2. PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE MUESTRAS

3.2.1. METODOLOGIA

Después del sacrificio se practicó la medida del pH en el músculo *Longissimus dorsi*, porción lumbar a las 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 18 y 24 horas *post mortem*, en cada animal.

La lectura del pH se realizó con un potenciómetro digital portátil, marca Hanna, modelo Checher 3, dotado de un electrodo de inserción modelo Fc 200 B, con resolución de 0.01 unidades de pH.

La lectura de la temperatura se realizó con un termómetro portátil de inserción, digital, marca Multi – thermometer, con rango de – 50 °C a + 200 °C, con una precisión de 0.01°C.

En cuanto al procedimiento de medida del pH, primero se realizó la calibración del potenciómetro mediante la inmersión del electrodo en la solución reguladora o buffer (fosfato) de pH 7.00. Luego se lavó con agua destilada y se procedió a calibrar también con el buffer de pH 4.01. Una vez calibrado, se procedió a utilizar el electrodo limpiándolo antes y después de cada medición, con su solución de limpieza, la cual tiene capacidad para remover las proteínas que pudieran quedarse pegadas en el electrodo y que podrían afectar la medida del pH.

Para medir valor de pH se realizó previamente una incisión de un cm de largo y cinco (5) centímetros de profundidad en el músculo *Longissimus dorsi* porción lumbar;

enseguida se insertó el electrodo de vidrio y se esperó que se estabilice (30 segundos) para realizar la lectura del pH. También se determinó la temperatura.

Con la temperatura se calculó el valor actual del pH corregido a 25°C; (Barnett, 1999), como sigue:

$$\text{pH actual} = \text{pH medido} \pm \text{Factor de Corrección (FC)}$$

Donde:

$$\text{FC} = 0.03(\text{Temperatura actual} - 25^{\circ}\text{C})$$

3.2.2. ANALISIS DE DATOS

Los datos corregidos de pH, según la igualdad indicada en la metodología, se presentarán para cada raza convencionalmente como promedios para cada hora de medición.

Considerando que el propósito general de una regresión es obtener la relación entre las variables independientes o predictivas y una variable dependiente o de criterio (StatSoft, 2003), los valores de pH actual se sometieron a un análisis de modelos de regresión para definir las características del modelo matemático que corresponde a la distribución de los datos obtenidos. Para ello se empleó el paquete estadístico SPSS V 10.07 cuyo análisis permitió determinar el Coeficiente de Regresión (R^2), así como el respectivo modelo tipo de función que mejor se ajusta a las observaciones de pH cárnico (StatSoft, 2003), resultando una ecuación del tipo:

$$y = \beta_0 - \beta_1x + \beta_2x^2 - \beta_3x^3$$

Donde:

y = Representa el valor del pH.

x = Representa el tiempo de medición.

$$\beta_{(1,2,3)} = \text{Constantes}$$

El Coeficiente de correlación, R^2 , indica cuanto el modelo se ajusta a las observaciones del pH. En un grupo de coeficientes, aquel que más se acerca a la unidad determina la mayor correlación y los valores que lo acompañan corresponden a las constantes $\beta_{(1,2,3)}$. Por consiguiente la ecuación hallada describe bien los valores estimados de pH en el músculo *Longissimus dorsi*, es decir nos permite obtener valores estimados de pH para todas las horas luego del sacrificio.

Luego de haber establecido la curva correspondiente a los datos, se confeccionó la curva modelo de la variación de pH de cada raza y para cada una de las 24 horas post mortem. Se determinó a su vez los intervalos de confianza para cada valor estimado de pH mediante el paquete estadístico SAS V. 6.4.

Los datos estimados de pH, de ambas razas, se sometieron a análisis de varianza (ANOVA), teniendo en cuenta que en el diseño experimental en bloques, el modelo es lineal y su ecuación es la siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + x_i + \beta_j + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor de pH de la observación, de la raza i ($i = 1, 2$), de los horarios de medición j ($j = 1, 2, \dots 11, 12$).

μ = media general;

x_i = efecto de la raza ($i = 1, 2$);

β_j = efecto de las horas ($j = 1, 2, \dots 11, 12$);

e_{ij} = efecto del error ($i = 1, 2 ; j = 1, 2, \dots 11, 12$)

La evaluación estadística sirvió para determinar si los valores de pH presentan diferencias entre ambas razas, a lo largo de las primeras 24 horas *Post mortem*.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores promedio de pH durante las horas de medición de la raza Holstein (*Bos taurus*) se muestran en el Cuadro 1. El pH varía de 6.78 en la primera hora hasta 5.57 a las 24 horas post mortem, alcanzando su punto más bajo, 5.51, a las 10 horas post mortem. La temperatura ambiental durante las primeras 3 horas tuvo un rango de 15 - 16 °C, en refrigeración la temperatura fue de 3 - 9 °C.

CUADRO 1. Variación del pH de la carne de la raza Holstein (*Bos taurus*) durante las primeras 24 h *Post mortem*. (n=50) en promedios por horas.

HORAS	HOLSTEIN	
	pH PROMEDIO ACTUAL	(+/-) DESV EST.
1	6.78	0.15
2	6.58	0.14
3	6.37	0.17
4	6.11	0.22
5	5.98	0.23
6	5.83	0.25
8	5.61	0.23
10	5.51	0.23
12	5.52	0.19
15	5.53	0.21
18	5.51	0.2
24	5.57	0.24

Los valores promedio del pH de la carne de raza Nelore (*Bos indicus*), durante las primeras 24 horas post sacrificio se muestran en el Cuadro 2.

CUADRO 2. Variación del pH de la carne de la raza Nelore (*Bos indicus*) durante las primeras 24 h *Post mortem*. (n=50) en promedios por horas.

HORAS	NELORE	
	pH PROMEDIO ACTUAL	(+/-) DESV EST.
1	6.76	0.17
2	6.54	0.25
3	6.13	0.42
4	5.98	0.23
5	5.87	0.33
6	5.71	0.24
8	5.62	0.2
10	5.47	0.25
12	5.5	0.15
15	5.38	0.12
18	5.36	0.14
24	5.43	0.14

Los valores de pH, varían desde 6.76 en la primera hora hasta 5.43 a las 24 horas, el menor valor se presentó a las 18 h (5.36). Los promedios de los valores de pH cárnico en la raza Nelore (*Bos indicus*) son ligeramente menores, hora a hora, que los de la raza Holstein (*Bos taurus*).

Los valores de pH en el músculo *Longissimus dorsi*, durante las primeras 24 horas *Post mortem*, para la raza Holstein (apéndice 1) y Nelore (apéndice 2), fueron sometidos a análisis de Regresión (apéndice 3), para establecer el modelo que mejor se ajusta a las observaciones del pH de la carne de cada una de las razas. El modelo correspondiente al mayor R^2 fue el Cúbico y las ecuaciones producto del análisis fueron:

Raza Holstein:

$$R^2 = 0.814 \text{ (H)}$$

$$y = 7.107273 - 0.314504x + 0.019409x^2 - 0.000374x^3$$

Raza Nelore:

$$R^2 = 0.767 \text{ (N)}$$

$$y = 7.005286 - 0.309965x + 0.019198x^2 - 0.00378x^3$$

De acuerdo a los resultados de la ecuación producto de la regresión cúbica se obtuvieron los valores estimados de pH en el músculo *Longissimus dorsi*, de cada hora, para cada raza, durante las primeras 24 horas de *Post mortem*, con sus respectivos intervalos de confianza tal como se muestra en el Cuadro 3.

CUADRO 3. Valores estimados mediante regresión del pH cárnico de las razas Holstein y Nelore durante las primeras 24 horas *Post mortem*.

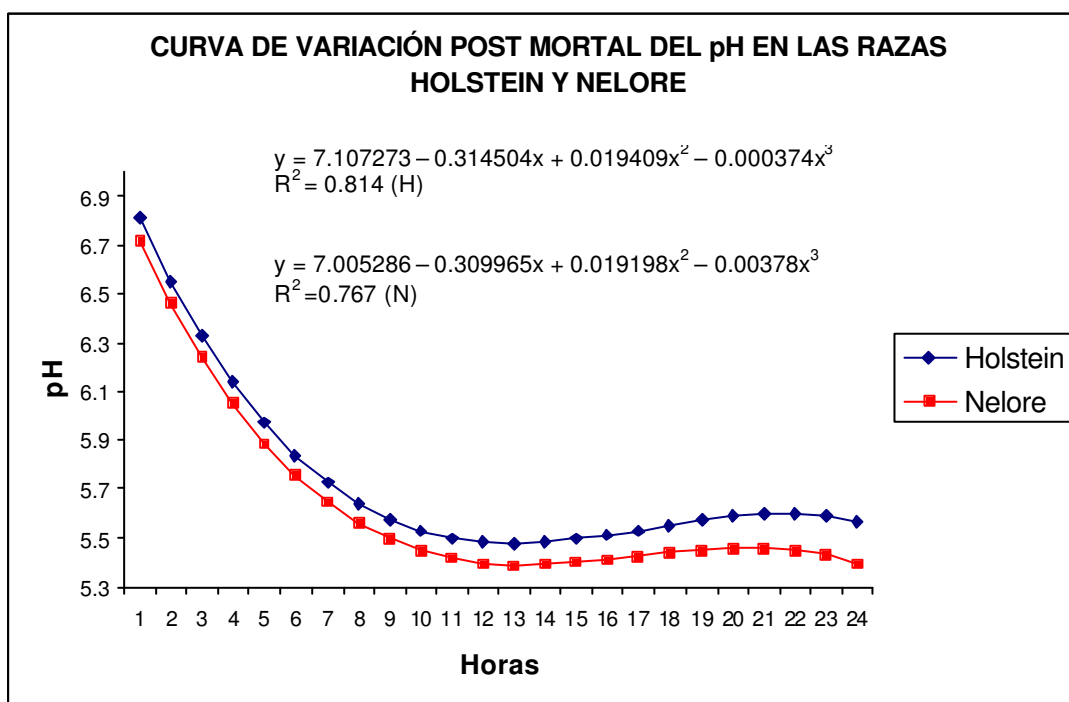
HORAS	HOLSTEIN	NELORE
-------	----------	--------

	VALOR DE pH	INTERVALO DE CONFIANZA (+/-)	VALOR DE pH	INTERVALO DE CONFIANZA (+/-)
1	6.81	0.00	6.71	0.00
2	6.55	0.00	6.46	0.00
3	6.33	0.00	6.24	0.01
4	6.14	0.01	6.05	0.01
5	5.97	0.01	5.89	0.01
6	5.84	0.01	5.75	0.01
7	5.73	0.01	5.65	0.01
8	5.64	0.01	5.56	0.01
9	5.58	0.01	5.50	0.02
10	5.53	0.02	5.45	0.02
11	5.50	0.02	5.42	0.02
12	5.48	0.02	5.40	0.02
13	5.48	0.02	5.39	0.02
14	5.48	0.02	5.39	0.02
15	5.49	0.02	5.40	0.03
16	5.51	0.02	5.41	0.03
17	5.53	0.03	5.43	0.03
18	5.55	0.03	5.44	0.03
19	5.57	0.03	5.45	0.03
20	5.59	0.03	5.46	0.04
21	5.60	0.03	5.46	0.04
22	5.60	0.03	5.45	0.04
23	5.59	0.03	5.43	0.04
24	5.57	0.04	5.40	0.04

Existen diferencias en los valores del pH *Pos mortem*, entre las razas observándose, que los mayores corresponden a Holstein (*Bos taurus*) y los menores a Nelore (*Bos indicus*), tal como se aprecia en la Figura 1. Estas diferencias pueden deberse a la dieta, al temperamento del animal, que en el caso del Nelore por ser un animal más nervioso va consumiendo glucógeno y

transformándolo en ácido láctico más rápido que el Holstein (*Bos taurus*), cuyo temperamento es más tranquilo.

FIGURA 1. Curvas de variación *Post mortem* del pH en el músculo *Longissimus dorsi*, en las razas Holstein (*Bos taurus*) y Nelore (*Bos indicus*).



*Matlab. 2001.

El valor del pH *Post mortem* sufre un descenso, es decir a la hora 1 tiene un valor alrededor 6.8 y a las 24 horas es alrededor de 5.5. Este descenso de los valores del pH comienza luego de la muerte por sangría, la cual marca el inicio de una serie de cambios postmortales en el músculo. (Forrest, 1979). Los procesos fisiológicos y bioquímicos donde los músculos ya no pueden obtener energía en forma de ATP a través de la ruta aeróbica, prosigue mediante una ruta anaeróbica (por la falta de oxígeno) en la cual se produce ácido láctico, que al no poder ser transformado mediante la fosforilación oxidativa, se acumula progresivamente en el músculo en una cantidad que dependerá de las reservas de glucógeno existentes, hasta que su producción se interrumpe, bien sea por el agotamiento del glucógeno o porque el descenso del pH inhibe las reacciones enzimáticas (Murray, 1988; Fehlhaverk, 1995; Sánchez, 1999; Pränld *et al*, 1994). El descenso gradual del pH en refrigeración alcanza un valor crítico a las 24 horas *Post mortem* porque las enzimas glicolíticas son temperatura – dependientes, pudiendo requerir un mayor tiempo para alcanzar el valor promedio de 5.4. (Sánchez, 1999).

Los valores estimados de pH de la carne, luego de las 24 horas *Post mortem*, están entre 5.57 para la raza Holstein (*Bos taurus*) y 5.40 para la raza Nelore (*Bos indicus*). Estos valores son los suficientemente ácidos para inhibir el crecimiento microbiano (Sánchez, 1999); y cuando los valores de pH comienzan a subir y llegan a valores de 6.2 – 6.5, aparece el peligro de una alteración de origen bacteriológico (Effenberger y Shotte, 1972).

La velocidad de descenso del pH se realiza de una manera gradual y más rápida, durante las 12 primeras horas *Post mortem*, para luego casi estabilizarse hacia las 24 horas *Post mortem*. El valor a la Hora 1 es 6.81 para la raza Holstein y 6.71 para la raza Nelore, estos valores de pH por su naturaleza indican que están bajando de un valor alrededor de 7.0. (Sanchez, 1999). Si embargo, se reporta que cuando el valor del pH es menor a 6.0 durante la primera hora *Post mortem* y la temperatura de la carne está próxima a 35°C, se estaría frente a una carne PSE (pale, soft, exudative), que tiene una coloración pálida con intensa exudación, la cual es una anomalía común en ciertos cerdos (Versan, 1992 y Culau, 1991). De otro lado, también se reporta que transcurridas las 24 horas *Post mortem*, si el pH tuviera un valor por encima de 6.0, indicaría una carne DFD (dark, firm, dry), la cual está caracterizada por una elevada retención de agua y una coloración oscura (Apple *et al.* 1995, Purchas, 1990; Tarrant, 1980). Estos dos tipos o aspectos de la carne, son indeseables al consumidor porque sus propiedades sensoriales son desagradables (Pearson, 1994). Los valores del pH de la carne a las 24 horas *Post mortem*, si embargo pueden sufrir alteraciones debidas al uso de drogas o condiciones de stress pre sacrificio a las que son sometidos los animales (Boston *et al.* 1971; Norman, 1982; Sanz *et al.* 1996).

Es importante indicar que en nuestro país Izaguirre (1948) realizó el primer trabajo sobre la determinación de la “acidez actual” (pH) de las carnes de vacuno

y lo realizó por medio del método colorimétrico, encontrando valores de pH de 6.3 – 6.5 a las 4 horas *Post mortem*. Estos valores son mayores a los medidos en el presente estudio, donde se encontró un valor de pH de 6.14 para las 4 primeras horas *Post mortem* para la raza Holstein y de 6.05 para la raza Nelore. Estas diferencias se deben a la técnica empleada para medir el pH. Las cintas colorimétricas no son exactas en comparación al potenciómetro empleado en el presente estudio (precisión de ± 0.01), que determina casi exactamente los valores y además corrige estos según la temperatura que influye directamente en el pH. Además, el estudio señalado tampoco consideró una serie de factores que se sabe afectan la medición del pH como son: edad, raza, sistema de beneficio, y la corrección del pH de acuerdo a la temperatura.

Un trabajo reciente en nuestro país, realizado por Mendoza (2003) evalúa el efecto de la estimulación eléctrica en la Raza Holstein (*Bos taurus*) y Brahman (*Bos indicus*). Mide el pH a las 2, 12, 24 y 36 horas, buscando las diferencias del valor del pH post mortal. Halló en animales sin estimulación eléctrica resultados ligeramente más elevados, que los mostrados en este trabajo, a las 24 horas *Post mortem*, pero difiere significativamente en los valores que halló a las 2 horas, los cuales son cercanos a 6.0, lo que significaría que esas carnes pueden ser potencialmente PSE. Es poco probable que lo que menciona suceda normalmente porque ese descenso ocurre por lo menos en 4 a 5 horas, es decir el pH no puede bajar bruscamente de alrededor de 7.0 a 6.0; lo que ocurrió probablemente, es

que los animales que estudió no estuvieron lo suficientemente descansados o estuvieron estresados. Otras de las causas que podrían ocasionar alteración de dichos valores, es que no empleó el factor de corrección con respecto a la temperatura y que sacó promedios de valores muy dispersos.

El análisis de varianza demostró que existen diferencias significativas entre las razas Holstein (*Bos taurus*) y Nelore (*Bos indicus*); ($p < 0.05$). Estas diferencias pueden deberse a que los animales pertenecientes a una raza crecen y se desarrollan de una manera intrínseca, característica. Así, las razas de carne y de leche se diferencian no solo por la diferente proporción de los componentes, sino en la manera como se distribuyen esos componentes (Sánchez, 1999). Este resultado también concuerda con Shackelford *et al.* (1995), quienes demostraron las diferencias genéticas y raciales en diferentes grupos musculares de las especies *Bos taurus* y *Bos indicus*, evaluando características de ternura de la carne.

V. CONCLUSIONES

1. La variación de los valores del pH en el músculo *Longissimus dorsi* de las razas Holstein (*Bos taurus*) y Nelore (*Bos indicus*), siguen similar tendencia durante las primeras 24 horas *Post mortem*. Muestran un rápido descenso de los valores de pH durante las 12 primeras horas, tendiendo posteriormente a estabilizarse los valores.
2. Se encontró mayores valores de pH ($p < 0.05$) en la raza Holstein (*Bos taurus*) que en la raza Nelore (*Bos indicus*).
3. Los valores de pH de la carne luego de las 24 horas *Post mortem*, están alrededor de 5.57 para la raza Holstein (*Bos taurus*) y de 5.40 para la raza Nelore (*Bos indicus*). Estos valores indican una adecuada acidez para garantizar adecuados procesos *Post mortem*, inhibir el crecimiento microbiano y promover una carne de excelente calidad.

VI. BIBLIOGRAFÍA

1. Alves, A. 1980. El Cebú. Primera edición. P. 313, 315, 324, 334. UTEHA. México.
2. Apple, J. K.; Dikeman, M. E.; Minton, J. E.; McMurphy, R. M.; Fedde, M. R.; Leight, D. E.; Unruh, J. A. 1995. Effects of restrain and isolation stress an epidural blockade on endocrine an blood metabolite status, muscle glycogen metabolism, and indice of dark – cutting longissimus muscle of sheep. Journal of animal science. Vol 73. p. 2295 – 2307.
3. Barnett K. 1999. pH Monitoring for Compliance with 40 CFR 503. En The Environmental Protection Agency has ammended 40 CFR 503 to redefine its definition of pH. US.
4. Barteles. H. 1980. Inspección veterinaria de las carnes. 1a. Ed., p. 396-402. Editorial Acribia. España
5. Bouton, P. E.; Harris, P.V.; Shorthose, W. R. 1971. Effect of ultimate pH upon the water – holding capacity and tenderness of mutton. Journal of food science. Vol. 36. p 435 – 439.

6. Bressan, M. C. 1992. Efeito do tempo entre a sangria e a entrada das carcasas na câmara fria e de diferentes velocidades de resfriamento sobre a qualidade da carne suína. p. 94. (Dissertação – mestrado em zootecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
7. CAC/RCP 11 – 1976. Código Internacional Recomendado de Práticas de Higiene para la Carne Fresca. En Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias Comisión Codex Alimentarius. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Organización Mundial de la Salud. Segunda Edición. Roma Italia.
8. CAC/RCP 41 – 1993. Código Internacional Recomendado de Práticas para la Inspección *Ante mortem* y *Post mortem* de animales de matanza y el dictamen *Ante mortem* y *Post mortem* sobre animales de matanza y carnes. En Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias Comisión Codex Alimentarius. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Organización Mundial de la Salud. Segunda Edición. Roma Italia.
9. Chang, R. 1995. Química. 4ª. Ed. p. 639 – 640. Editorial Mc Graw – Hill. Interamericana de México.

10. Cheftel, J.C.; Cheftel, H. 1976. Introduction a la Biochimie et a la Technologie des aliments. Vol 1., p. 69 – 70. Technique et Documentation, 11, rue Lavoisier. París. Francia.
11. Coretti, K. 1986. Embutidos: elaboración y defectos. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
12. Culau, P. O. V. 1991. Efeito da distancia – abatedouro e temperatura de descanso pre – abate sobre a qualidade da carne da suína. p. 132. (Dissertação – mestrado em zootecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
13. Devine, C. E.; Chystal, B. B.; Devey, C. L. 1983. Effects of nutrition in lambs and subsequent postmortem biochemical changes in muscle. N Z of Agricultural Research. Vol. 26. p 53 – 57.
14. Domínguez. O. 1961. O gado nos trópicos. Instituto de Zootecnia., p 143. Rio de Janeiro (Serie de monografías, 4).
15. Dubumarchiani. W. 1957. El cebú como ganado de carne y leche. 1a. Ed., 59-63. Ediciones Mac. Colecciones Ganaderia. Caracas.

16. Eilers, J. D. Tatum, J. D. Morgan, J. B. y Smith, G. C. 1996. Modification of early – postmortem muscle pH and use of postmortem aging to improve beef tenderness. J. Anim. Sci. 74: 790 – 798.
17. Effeberger, G. y Shotte, K. 1972. Empaquetado de la carne y productos cárnicos., p 51. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
18. Ensminger, M. 1980. Zootecnia General. Tercera edición en Castellano. P. 189, 233 – 234, 360. Editorial el “Ateneo”. Argentina.
19. Fehlhaverk. K F. 1995. Higiene Veterinaria de Alimentos. P. 229 – 233. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
20. Flores, A. 1997. Aplicación de los sistemas en engorde de vacunos. En: Engorde intensivo de vacunos. 1ª ed., p. 7. Programa de Investigación y Proyección Social en Carnes. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.
21. Forrest, J. 1979. Fundamentos de ciencia de la carne. P 3, 125 – 127. Editorial Acribia. Zaragoza. España.

22. García, A. 1995. Fisiología Veterinaria. Primera edición en español. p. 41-43. McGraw – Hill Interamericana de España. Madrid. España.
23. García, J. 1991. Los mataderos frigoríficos y la Explotación Industrial de la carne Bovina. Ministerio de Agricultura. Instituto Colombiano Agropecuario. P. 66 - 110. Colombia
24. Grau. R. 1971. La investigación en la ciencia de la carne. Edición en lengua española., p 7. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
25. Habers, T. 1998. HACCP: Making the sistem work. Food Engineering. August, p 70.
26. Herenda, D; Chambers, p; Etriqui, A; Seneviratna, p; Da Silva, t. 2000. Manual on Meat Inspection for developing Countries. Food and Agriculture Organization of the United Nations. P, 1-3. Rome
27. Izaguirre, A. 1948. Determinación de la acidez actual de las carnes. Tesis Bachillerato. Fac. Med. Vet. Univ. Nac. Mayor San Marcos. Lima. 42 p.
28. Jasper, W y Placzek, R. 1978. Conservación de la carne por frío. 1a. Ed., p. 21. Editorial Acribia. Zaragoza. España.

29. Laack, R. L. M. van; Stevens, S. G. And Staldert, K. J. 2001. the influence of ultimate pH and intramuscular fat content on pork tenderness and tenderzation. J. Anim. Sci. 79: 392-397.
30. Lagoda H. L.; Wilson, L. L.; Henning, W. R.; Flower, S. L. And Mills, E. W. 2002. Subjetive and objctive evaluation of veal color. J. Amim. Sci. 80: 1911-1916.
31. Lasta. J. 1993. Calidad de las carnes, requerimientos actuales y futuros del mercado nacional e internacional. Consecuencias del uso de cruzas indican sobre la calidad. En Dialogo XXXV. Evaluación y elección de biotipos de acuerdo a los sistemas de producción. IICA. Montevideo. Uruguay.
32. Marsden, J. L y Henrickson. *et al.* 1994. Tecnología de los alimentos congelados. 1a. Edición en Español. p. 202. A. Madrid Vicente, Ediciones. Madrid. España.
33. MATLAB. 2001. The language of technical computing, Versión 6.1.0.450. Release. 12.1. The M. Works, inc.

34. Mendoza, F. 2003. Efecto de la estimulación eléctrica en el pH de bovino. Tesis Bachillerato. Fac. de Zootecnia. Univ. Nac. Agraria La Molina. Lima. 78 p.
35. Ministerio de Guerra. Salud pública Veterinaria, Perú. 1965. Control de alimentos. Control sanitario de carnes. Boletín técnico del ejército; 11: 11.
36. Murray. S. 1991. Estadística. 2da. Ed., p. 186-187 . Mc. Graw-Hill. Mexico.
37. Norman, G. A. 1982. Effect of breed and nutrition on the productive traits of beef cattle in south-east Brazil: Part 3 Meat quality. Meat Sci.; Essex, Eng., v.6, p. 79-86.
38. O'Connor, S. F.; Tatum, J. D.; Wulf D. M.; Green, R. D. and. G. C. Smith. 1997. Genetic effects on beef tenderness in *Bos indicus* composite and *Bos taurus* cattle. J. Anim. Sci. 75:1822-1830.
39. Page, J. K.; Wulf, D. M. And Schwotzer, T. R. 2001. A survey of beef muscle color and pH. J. Anim. Sci. 79:678-687

40. Pardi, M. C.; Santos, I. F.; Souza, E. R.; Pardi, H. S. 1993. Ciência, higiene e tecnologia da carne: Tecnologia da sua obtenção e transformação. P. 586. Vol. 1. Centro editorial e gráfico Universidade de Goiás.
41. Pearson, A. M. 1994. La función muscular y los cambios post mortem. En: Price, J. F.; Schweigert, B. S. 1994. The science of meat and meat products. 3 ed. Cap 4. p. 139 – 174.
42. Prändl, O.; Fischer, A.; Schmidhofer, T.; Sinell, H. 1994. Tecnología e higiene de la carne. P. 757. Editorial Acribia. Zaragoza.
43. Purchas, R. W. 1990. An assessment of the role of pH differences in determining the relative tenderness of meat from bulls and steers. Meat Sci., Essex, Eng., v.27, p. 129 -140.
44. Quiroga, G.; García de Siles, J.; López, J. 2001. Manual para el curso – Taller Tecnología de Carnes y Productos cárnicos. P. 8. FAO, Colombia.
45. Quiroga, G. 1994. Tecnología de los productos cárnicos crudos madurados. En: Alimentos ICTA - No XX., p. 16. Colombia.

46. Roncales. P. 1998. Calidad y seguridad en el consumo de carne. Reflexiones sobre aspectos positivos y negativos de la carne. En Eurocarne., No 68., p 25.
47. Rubial A. 1996. Gestión Logística de la Distribución física Internacional. p. 13. Grupo editorial Norma. España.
48. Saint, R. D. 1996. Qualidade das carcaças e da carne bovina. En: Congreso Brasileiro das raças zebuinas 27 a 30 de outubro de 1996. Reprodução e genética aplicada a os zebuinos. 2. p 1.
49. Sánchez. G. 1999. Ciencia básica de la carne. Primera edición. P. 229 – 233. Fonfo Nacional Universitario. Santafé de Bogotá.
50. Santiago. A. 1960. A epopeia do zebu. Instituto de zootecnia., p. 158. São Paulo.
51. Sanz Egaña. G. 1967. Enciclopedia de la carne. Primera edición., p. 492. Editorial Calpe. S.A. Madrid.

52. Sanz, M. C.; Verde, M. T.; Sáez, T; Sañudo, C. 1996. Effect of bread on the muscle glycogen content and dark cutting incidence in stressed young bulls. Meat Sci., Essex, Eng, V. 43, p. 37-42.
53. Sarantopoulos, C. I. G. L. E. Pizzinatto, A. 1990. Factores que afectan a cor das carnes. Coletânea ITAL, Campinas. Vol. 20. Nº 1. p 1–12.
54. SAS Institute inc. 1989. SAS/STAT® userGuide. Version 6,4., Cary, NC. UA; SAS Institute
55. Schäfer, A.; Rosenvold, K.; Purlow, P. P.; Andersen, H. J.; Henckel, P. 2002. Physiological structural events post mortem of importance for drip loss in pork. Meat Science. 61: 255- 366.
56. Shackelford, D.; Wheeler, T.; Koohmaraie, M. 1995. Relationship between Shear Force and Trained Sensory Panel Tenderness Ratings of 10 Major Muscles from Bos indicus and Bos taurus Cattle. J Anim. Sci. 73:3333-3340.
57. Shanks, B. C.; Wulf, D. M.; and Maddock, R. J. 2002. Technical note: The effect of freezing on Warner – Blatzer shear force values of beef longissimus steaks across several postmortem aging periods. J. Anim. Sci. 80: 2122-2125.

58. Sisson, S. y Grossman, J. D. 1995. Anatomía de los animales domésticos. Tomo I. 5ta Ed., p. 902. Salvat Editores S.A. Barcelona, España.
59. Skaarup, T. 1985. Slaughterhouse Cleaning and Sanitation. Danish Meat Products Laboratory. Ministry of Agriculture, Copenhagen, p. 1. Denmark
60. Soares, F. L. A. 1970. A importação do zebu melhorou o rebanho nacional e foi base para formação de novas raças. R. Criad., 4(490): 22.
61. SPSS. 1989. 10.07 for windows. Standar Version. Corporight SPSS. Inc. All. Regists reserved.
62. STATSOFT. 1984 – 2003. Multiple Regression En Electronic Text Book, Statistica is a Trademark of Statsoft. Inc.
63. Tarrant, P. V.; Sherinton, J. 1980. An investigation of ultimate pH in the muscles of commercial beef carcasses, Meat Sci., Essex, Eng., v 4, p. 287-292.

64. Tellez, J. 1989. Componentes químicos en carnes en diferentes especies. En Mundo Porcino. Tecnología de la carne de cerdo., p. 15. Año 3. No 7. Perú.
65. Varnam, A.; Sutherland, J. 1995. Carne y productos cárnicos. 1ra ed. P. 68. Editorial Acribia. España.
66. Vilca, M. 1991. Producción, Tecnología e Higiene de la Carne. En Avances y perspectivas del conocimiento de los comites de Camelidos Sudamericanos. FAO. 429, p. Santiago de Chile.
67. Weleer, T.; Savell, J.; Cross, H.; Lunt, D.; Smith, S. 1990. Mechanisms Associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and Hereford Cattle. J. Anim. Sci. 68: 4206-4220.
68. Weinling, H. 1973. Tecnología práctica de la carne. P 73. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
69. Wulf, D. M. and Page, J. K. 2000. Using measurements of muscle color, pH and electrical impedance to augment the current USDA beef quality grading standars and improve the accuray and precision of sorting carcasses into palatability groups. J. Anim. Sci. 78: 2595-2607.

VII. APENDICE

APENDICE 1. REGISTRO DE LOS VALORES DE pH CORREGIDOS EN EL MÚSCULO *Longissimus dorsi*, Durante Las Primeras 24 Horas *Post mortem*, DE LA RAZA HOLSTEIN (*Bos taurus*).

Carc Nº	pH(hora1)	pH(hora2)	pH(hora3)	pH(hora4)	pH(hora5)	pH(hora6)	pH(hora8)	pH(hora10)	pH(hora12)	pH(hora15)	pH(hora18)	pH(hora24)
1	6.96	6.78	6.42	6.29	6.64	6.48	6.13	5.89	5.79	5.63	5.63	5.73
2	6.96	6.78	6.8	6.65	6.62	6.66	6.15	5.97	5.82	5.76	5.77	5.8
3	6.96	6.81	6.63	6.6	6.45	6.54	5.99	5.84	5.74	5.68	5.68	5.7
4	6.96	6.8	6.74	6.56	6.3	6.28	6.16	5.88	5.76	5.65	5.64	5.74
5	6.95	6.77	6.33	6.15	5.87	5.77	5.41	5.4	5.76	5.54	5.51	5.46
6	6.83	6.77	6.34	6.04	5.86	5.76	5.31	5.28	5.62	5.59	5.39	5.43
7	6.84	6.75	6.45	5.81	5.51	5.31	5.29	5.2	5.52	5.53	5.43	5.42
8	6.93	6.6	6.29	5.81	5.76	5.62	5.24	5.17	5.47	5.56	5.46	5.46
9	6.85	6.6	6.28	5.81	5.72	5.67	5.26	5.3	5.53	5.55	5.52	5.52
10	6.66	6.37	6.53	6.16	6.15	6.13	5.64	5.98	6.3	6.55	6.52	6.58
11	6.76	6.61	6.42	5.9	5.73	5.63	5.38	5.19	5.48	5.66	5.65	5.51
12	6.84	6.66	6.29	5.71	5.68	5.6	5.29	5.34	5.46	5.61	5.48	5.54
13	6.68	6.55	6.47	5.81	5.58	5.52	5.26	5.27	5.39	5.57	5.43	5.38
14	6.87	6.57	6.35	6.12	5.92	5.75	5.38	5.42	5.49	5.54	5.44	5.58
15	6.76	6.42	6.26	6.15	5.95	5.81	5.72	5.6	5.55	5.65	5.56	5.55
16	6.94	6.49	6.31	6.17	6.07	5.89	5.58	5.55	5.35	5.54	5.55	5.56
17	6.89	6.66	6.29	6.3	6	5.98	5.88	5.7	5.53	5.48	5.61	5.62
18	7.06	6.63	6.35	6.22	6.15	5.7	5.64	5.4	5.51	5.51	5.57	5.5
19	6.82	6.66	6.53	6.14	5.91	5.77	5.52	5.55	5.5	5.55	5.84	5.57
20	6.88	6.62	6.58	5.9	6.06	5.73	5.66	5.57	5.48	5.53	5.57	5.52
21	6.85	6.6	6.5	6.15	6.22	5.9	5.46	5.53	5.55	5.52	5.56	5.53
22	6.88	6.58	6.25	6.18	6.14	5.84	5.52	5.47	5.36	5.64	5.45	5.56
23	6.87	6.63	6.22	6.15	6.09	5.75	5.52	5.41	5.46	5.42	5.38	5.46
24	6.75	6.35	6.45	6.17	6.01	5.79	5.43	5.35	5.5	5.42	5.54	5.59
25	6.85	6.74	6.47	6.03	5.96	5.83	5.97	5.55	5.59	5.59	5.55	5.68
26	6.84	6.52	6.36	6.22	6.1	5.86	5.57	5.39	5.38	5.88	5.65	5.4
27	6.9	6.47	6.67	6.14	5.99	5.72	5.58	5.99	5.4	5.44	5.27	5.63
28	6.86	6.66	6.38	6.1	5.84	5.92	5.66	5.22	5.29	5.66	5.42	5.44
29	6.72	6.52	6.41	6.12	6.05	5.8	5.66	5.5	5.46	5.43	5.43	5.47
30	6.78	6.68	6.59	6.09	6.03	5.87	5.55	5.55	5.36	5.36	5.36	5.41
31	6.98	6.57	6.29	6.12	5.99	5.91	5.68	5.64	5.68	5.52	5.49	5.55
32	6.74	6.56	6.32	6.18	6.07	5.94	5.58	5.53	5.52	5.64	5.54	5.62
33	6.79	6.67	6.35	6.19	6.13	6.04	5.87	5.07	5.74	5.42	5.71	5.66
34	6.8	6.45	6.46	6.16	6.02	5.88	5.6	5.79	5.58	5.59	5.57	5.81
35	6.7	6.5	6.31	6.34	6.04	5.83	5.56	5.53	5.47	5.88	5.53	5.76
36	6.71	6.68	6.33	6.16	6.14	5.85	5.8	5.76	5.57	5.44	5.56	5.87
37	6.41	6.45	6.38	6.47	6.28	5.95	5.58	5.7	5.6	5.66	5.48	5.6
38	6.68	6.6	6.48	6.15	6.1	5.91	5.67	5.69	5.64	5.43	5.5	6.53
39	6.62	6.48	6.56	6.4	6.09	6	5.89	5.58	5.58	5.36	5.47	5.62
40	6.7	6.38	6.22	5.95	5.75	5.45	5.39	5.46	5.3	5.32	5.26	5.35
41	6.74	6.66	6.01	5.79	5.69	5.63	5.71	5.7	5.68	5.51	5.34	5.4
42	6.46	6.33	6.02	5.95	5.75	5.45	5.39	5.46	5.3	5.32	5.26	5.35
43	6.73	6.85	6.2	5.79	5.69	5.63	5.71	5.7	5.68	5.51	5.34	5.4
44	6.65	6.54	6.34	5.94	5.96	5.8	5.57	5.43	5.43	5.21	5.33	5.55
45	6.89	6.48	6.36	6.19	5.85	5.74	5.49	5.35	5.23	5.12	5.23	5.54
46	6.5	6.37	6.19	5.73	5.85	5.71	5.51	5.21	5.22	5.31	5.34	5.19
47	6.7	6.43	6	6.29	5.81	5.71	5.87	5.58	5.51	5.5	5.55	5.33
48	6.48	6.39	6.32	5.91	5.89	5.76	5.86	5.33	5.23	5.44	5.44	5.48
49	6.4	6.44	6.46	5.91	5.8	5.64	5.47	5.34	5.32	5.31	5.38	5.43
50	6.69	6.48	6.14	6.12	5.76	5.73	5.38	5.35	5.14	5.21	5.34	5.34

APENDICE 2. REGISTRO DE LOS VALORES DE pH CORREGIDOS EN EL MÚSCULO *Longissimus dorsi*, Durante Las Primeras 24 Horas *Post mortem*, DE LA RAZA NELORE (*Bos indicus*).

Carc Nº	pH(hora1)	pH(hora2)	pH(hora3)	pH(hora4)	pH(hora5)	pH(hora6)	pH(hora8)	pH(hora10)	pH(hora12)	pH(hora15)	pH(hora18)	pH(hora24)
1	6.92	5.96	5.85	5.8	5.48	5.43	5.42	5.27	5.24	5.26	5.39	5.4
2	6.85	6.45	5.98	5.85	5.62	5.65	5.52	5.28	5.36	5.36	5.46	5.37
3	6.96	6.8	5.9	5.68	5.54	5.56	5.54	5.37	5.43	5.44	5.49	5.37
4	6.8	6.69	6.18	5.97	5.64	5.63	5.6	5.35	5.27	5.27	5.29	5.37
5	6.7	6.46	6.3	6.16	5.43	5.21	5.37	5.27	5.34	5.27	5.43	5.43
6	6.7	6.5	6.29	6.1	5.7	5.65	5.62	5.26	5.38	5.42	5.45	5.45
7	6.67	6.5	6.3	6.18	5.56	5.55	5.55	5.36	5.35	5.35	5.42	5.4
8	6.97	6.56	6.3	5.8	5.64	5.43	5.33	5.23	5.37	5.41	5.38	5.19
9	6.97	6.56	6.33	6.16	5.65	5.66	5.31	5.24	5.42	5.56	5.63	5.31
10	6.78	6.52	6.22	5.97	6.26	5.55	5.42	5.24	5.5	5.36	5.34	5.15
11	6.75	6.53	6.38	6.18	5.67	5.58	5.57	5.3	5.3	5.31	5.38	5.23
12	6.77	6.5	6.18	5.7	5.97	5.66	5.45	5.55	5.61	5.46	5.39	5.36
13	6.87	6.55	6.11	6.02	5.96	5.7	5.66	5.52	5.47	5.47	5.46	5.46
14	6.88	6.43	6.03	5.74	5.97	5.6	5.46	5.52	5.46	5.56	5.49	5.46
15	6.81	6.6	5.47	5.93	5.96	5.26	5.4	5.46	5.27	5.44	5.29	5.41
16	6.82	5.57	6.03	5.84	5.06	5.64	6.15	5.6	5.51	5.51	5.43	5.54
17	6.76	6.42	5.47	5.66	5.07	5.79	5.68	5.72	5.43	5.43	5.45	5.45
18	6.7	6.72	6.18	5.7	5.07	5.73	5.4	5.79	5.64	5.46	5.42	5.46
19	6.75	6.26	6.24	5.4	5.83	5.83	5.69	5.55	5.63	5.46	5.38	5.51
20	6.69	6.29	5.56	6.06	5.98	5.6	5.75	5.46	5.45	5.37	5.63	5.44
21	6.83	6.47	6.16	5.85	5.88	5.78	5.51	5.66	5.52	5.51	5.34	5.52
22	6.97	6.56	6.3	5.8	5.64	5.43	5.33	5.23	5.37	5.41	5.38	5.19
23	6.97	6.56	6.33	6.16	5.65	5.66	5.71	5.24	5.42	5.56	5.63	5.31
24	6.78	6.52	6.22	5.97	6.26	5.55	5.42	5.24	5.5	5.36	5.34	5.15
25	6.75	6.53	6.38	6.18	5.67	5.58	5.57	5.3	5.3	5.31	5.38	5.23
26	6.99	6.7	6.02	5.9	5.93	5.49	5.65	5.3	5.52	5.28	5.15	5.4
27	6.97	6.9	3.76	5.88	5.86	6.09	5.64	5.16	5.43	5.25	5.12	5.53
28	6.87	6.77	6.15	6.18	5.54	5.52	5.76	5.24	5.57	5.29	5.19	5.42
29	6.98	6.75	6.59	5.8	6.13	6.04	5.75	5.18	5.39	5.45	5.19	5.67
30	6.9	6.9	6.6	6.02	6.21	5.42	5.44	5.03	5.59	5.33	5.22	5.38
31	6.92	6.89	6.61	6.18	6.05	5.86	5.38	5.07	5.42	5.39	5.12	5.54
32	6.91	6.46	6.38	6.03	6.05	5.71	5.53	5.45	5.66	5.25	5.14	5.77
33	6.89	6.96	6.37	5.86	6.11	6.06	5.62	5.14	5.46	5.24	5.03	5.52
34	6.95	6.1	5.82	5.8	6.1	5.58	5.35	5.15	5.46	5.3	5.17	5.3
35	6.96	6.34	6.03	6.12	6.08	5.36	5.44	5.12	5.47	5.25	5.17	5.4
36	6.55	6.71	6.28	5.97	6.21	5.9	5.71	5.71	5.37	5.22	5.25	5.46
37	6.56	6.59	6.52	6.07	6.32	6.04	5.9	5.8	5.7	5.22	5.37	5.53
38	6.58	6.83	6.4	5.92	5.67	5.96	5.61	5.62	5.99	5.32	5.28	5.42
39	6.7	6.76	6.02	6.58	5.97	5.81	5.86	5.71	5.62	5.37	5.41	5.67
40	6.44	6.45	6	5.7	5.88	5.59	5.63	5.74	5.65	5.38	5.29	5.38
41	6.69	6.6	6.08	6.18	6.16	6.06	5.82	5.72	5.54	5.36	5.38	5.54
42	6.73	6.79	6.15	6.24	6.38	6.01	5.89	5.74	5.55	5.26	5.65	5.77
43	6.48	6.62	6.29	5.86	5.88	5.84	5.83	5.77	5.71	5.39	5.31	5.52
44	6.41	6.38	5.91	6.66	6.37	6.2	6.03	5.98	5.82	5.4	5.52	5.3
45	6.54	6.3	6.22	5.81	6.18	5.92	5.74	5.77	5.79	5.42	5.5	5.3
46	6.43	6.61	6.31	6.14	6.12	6.1	6.03	5.85	5.49	5.81	5.52	5.5
47	6.51	6.25	6.37	6.14	6.14	6.03	5.83	5.69	5.59	5.69	5.37	5.56
48	6.64	6.51	6.34	6.02	5.84	5.36	5.83	5.85	5.55	5.22	5.4	5.45
49	6.73	6.79	6.15	6.24	6.38	6.01	5.63	5.74	5.65	5.38	5.29	5.38
50	6.48	6.62	6.29	5.86	5.88	5.84	5.82	5.72	5.54	5.36	5.38	5.54

APENDICE 3. ANÁLISIS DE REGRESIÓN PARA ESTABLECER EL MODELO QUE MEJOR SE AJUSTA A LAS OBSERVACIONES DEL pH DE LA CARNE DE CADA UNA DE LAS RAZAS HOLSTEIN (*Bos taurus*) Y NELORE (*Bos indicus*).

RAZA HOLSTEIN (*Bos taurus*)

Dep	Mth	R ²	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
pH	LIN	.494	598	582.97	.000	6.3594	-.0500		
pH	INV	.670	598	1216.50	.000	5.5409	1.5117		
pH	QUA	.769	597	991.20	.000	6.8308	-.1808	.0056	
pH	CUB	.814	596	868.72	.000	7.107273	-.314504	.019409	-.000374
pH	COM	.497	598	591.45	.000	6.3495	.9917		
pH	GRO	.497	598	591.45	.000	1.8484	-.0084		
pH	EXP	.497	598	591.45	.000	6.3495	-.0084		

RAZA NELORE (*Bos indicus*)

Dep	Mth	R ²	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2	b3
pH1	LIN	.500	598	597.70	.000	6.2839	-.0523		
pH1	INV	.683	598	1291.06	.000	5.4272	1.5850		
pH1	QUA	.724	597	784.18	.000	6.7262	-.1750	.0052	
pH1	CUB	.767	596	654.43	.000	7.005286	-.309965	.019198	-.000378
pH1	COM	.497	598	591.11	.000	6.2705	.9912		
pH1	GRO	.497	598	591.11	.000	1.8359	-.0088		
pH1	EXP	.497	598	591.11	.000	6.2705	-.0088		

Consíderase:

Dep = pH

Mth = Modelos de regresión

APENDICE 4. INTERVALOS DE CONFIANZA LA RAZA HOLSTEIN (*Bos taurus*).

Análisis de varianza :

	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados medios
Regresion	3	115.84635	38.615450
Residual	596	35.16754	.059006
Total	599	151.01389	

CME= σ^2 =0.059006 α = 0.05 nivel de significancia

$$X'X = [1,1,1,\dots,24,24,\dots,24]_{1 \times 600} * \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 24 \\ 24 \\ 24 \\ 24 \end{bmatrix}_{600 \times 1} = 76200$$

$$(X'X)^{-1} = 1.31 \times 10^{-5}$$

FORMULA:

$$Y \in \hat{Y} \pm T_{(\alpha/2, n-p)} \sqrt{\sigma^2 X_0' (X'X)^{-1} X_0}$$

APENDICE 5. INTERVALOS DE CONFIANZA PARA LA RAZA NELORE (*Bos indicus*)

Análisis de varianza

	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados medios
Regresión	3	113.95724	37.985747
Residual	596	26.06072	0.043726
Total	599	140.01796	

$\alpha = 0.05$ nivel de significancia

$$X'X = [1, 1, 1, \dots, 24, 24, \dots, 24]_{1 \times 600} * \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 24 \\ 24 \\ 24 \\ 24 \end{bmatrix}_{600 \times 1} = 76200$$

$$(X'X)^{-1} = 1.31 \times 10^{-5}$$

Formula general del Intervalo de Confianza

$$Y \in \hat{Y} \pm T_{(\alpha/2, n-p)} \sqrt{\sigma^2 X_0' (X'X)^{-1} X_0}$$

APENDICE 6. ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA) DEL PH PARA VER EL EFECTO DE LA RAZA, HORARIO DE MEDICIÓN Y SUS INTERACCIONES, EN LA EVALUACIÓN DE SU DESCENSO *POST MORTEM* EN EL MÚSCULO *Longissimus dorsi* DEL HOLSTEIN Y NELORE.

FUENTES DE VARIACIÓN	G.I.	SUMA DE CUADRADOS	CUADROS MEDIOS	F. CALCULADO	Prob.> F Cal.
RAZA	1	2.96190333	2.961903333	58.89	0.0001
HORAS	11	231.12577148	21.01142868	417.77	0.0001
ERROR	1187	59.69943985	0.05029439		
TOTAL	1199	293.78705867			
R. CUADRADO		C. V.		PROMEDIO pH	
0.796794		3.826293		5.8611	

$P < 0.05$

APENDICE 7. MATERIALES UTILIZADOS EN LA MEDICIÓN DEL pH Y CALIBRACIÓN DEL POTENCIÓMETRO



APENDICE 8. INICIO DEL FAENADO DE LA RAZA NELORE (*Bos indicus*)



APENDICE 9. MEDICIÓN DEL pH EN LAS CANALES DE BOVINOS



APÉNDICE. 10. FLUJO DE PROCESO EN LA PLANTA DE FAENAMIENTO DE GANADO VACUNO

